

Carlo Rovelli

**ET SI LE TEMPS
N'EXISTAIT PAS ?**

DUNOD

Tout le catalogue sur
www.dunod.com



ÉDITEUR DE SAVOIRS

Ce texte est une version augmentée par l'auteur d'un ouvrage paru en italien en 2004 aux éditions Di Renzo :
Che cos'è il tempo ? Che cos'è lo spazio ?

Version française révisée par Elisa Brune.

Illustration de couverture : A concept of time © DNY59
iStockphoto.com

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique

s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du

droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2012, 2014

5 rue Laromiguière, 75005 Paris

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-071677-7

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

SOMMAIRE

Préface à la seconde édition	V
Prologue	IX
Chapitre 1. Un problème extraordinaire : la gravité quantique	1
Chapitre 2. Espace, particules et champs	7
Chapitre 3. Naissance de la théorie des boucles	27
Chapitre 4. Interlude : la science ou l'exploration permanente de nouvelles façons de penser le monde	43
Chapitre 5. Les boucles : grains d'espace, réseaux de spin, cosmologie primordiale et chaleur des trous noirs	67
Chapitre 6. Le Temps n'existe pas	93
Chapitre 7. Les boucles, les cordes et les autres	125
Épilogue	145
Remerciements	155
Index	157

PRÉFACE À LA SECONDE ÉDITION

Carlo Rovelli est physicien théoricien et compte parmi les initiateurs de la théorie de la gravité quantique à boucles, un sujet d'une difficulté mathématique effrayante. Pourtant, lorsque je l'ai rencontré et entendu dans une réunion interdisciplinaire, il s'est montré capable de parler de son travail de façon si claire qu'un adolescent de quinze ans l'aurait suivi de bout en bout, et sur un mode si passionnant que le jeune auditeur aurait voulu savoir comment devenir physicien à son tour.

Carlo Rovelli travaille à la pointe de la technique, mais il ne cède jamais au plaisir de la voltige pour elle-même. Il garde à l'œil les questions qu'il cherche à résoudre. Cette conscience des enjeux fait de lui un vulgarisateur magique. Schématiquement, de manière limpide, il brosse le tableau de la physique fondamentale

pour en éclairer les failles – ces questions ouvertes qui englobent les physiciens d’aujourd’hui.

Puis, au-delà de la physique, c’est la science dans son ensemble, ses rapports avec les autres domaines de connaissance et son rôle dans la société, qu’il interroge. Le physicien n’est pas, ne peut pas être, un technicien déconnecté des réalités – puisque c’est de la réalité qu’il prétend parler. Le monde qu’il interroge dans l’accélérateur de particules et le monde où il s’éveille chaque matin ne font qu’un. Mieux que tout autre scientifique, Carlo Rovelli nous fait sentir cette intense connexion de l’activité du chercheur avec le bourdonnement du monde.

L’éditeur italien Sante Di Renzo a eu la clairvoyance de solliciter Carlo Rovelli pour concevoir un texte destiné aux jeunes qui seraient curieux d’embrasser la carrière scientifique. De plusieurs entretiens sur le parcours du physicien est né l’ouvrage *Che cos’è il tempo ? Che cos’è lo spazio ?*

Lorsque j’eus moi-même l’idée de le publier, après l’avoir entendu en conférence, Carlo Rovelli me proposa de reprendre ce texte en le développant à la fois dans le sens du contenu scientifique et dans sa réflexion sur la science. C’est donc un texte plus pointu et plus large, un véritable « cône de pensée » qui nous est donné à lire ici. On y apprend où va la physique de demain et pourquoi elle rejoint Aristote, à quoi ressemble un « grain » d’espace-temps et comment l’étude de ce genre

Préface à la seconde édition

de questions peut jouer un rôle important sur le chemin de la civilisation.

Plus qu'un ouvrage de science, c'est une démonstration d'esprit scientifique, cette tournure d'esprit si naturelle aux enfants, si difficile à garder.

Élisa Brune
journaliste scientifique

PROLOGUE

J'ai consacré une grande partie de ma vie à la recherche scientifique, mais la science a été pour moi une passion tardive. Quand j'étais jeune, plus que la science c'était le monde entier qui me fascinait.

J'ai grandi à Vérone, dans une famille tranquille. Mon père, un homme d'une rare intelligence, discret et réservé, était ingénieur et dirigeait sa propre entreprise. Il m'a transmis le plaisir de regarder le monde avec curiosité. Ma mère, une vraie Italienne débordant d'amour pour son fils unique, m'apportait son aide dans les « recherches » que j'effectuais pour l'école primaire, et nourrissait mon appétit de découvrir.

J'ai fréquenté le Lycée classique à Vérone, où l'on étudiait le grec et l'histoire plus que les maths. C'était un établissement riche en stimulants culturels, mais prétentieux et provincial, campé sur sa mission de protection des privilèges et de l'identité de la bourgeoisie locale. Plusieurs enseignants avaient été des fascistes avant la guerre, et l'étaient encore dans le secret de leur

Prologue

cœur. C'étaient les années soixante et soixante-dix, et le conflit entre les générations faisait rage. Le monde changeait rapidement. La plupart des adultes autour de moi avaient du mal à accepter l'évolution ; ils se raidissaient dans des positions défensives et stériles. Je leur faisais peu confiance, et encore moins à mes professeurs. J'entrais constamment en conflit avec eux et avec toute figure d'autorité.

Mon adolescence a été un terrain de révolte. Je ne me reconnaissais pas dans les valeurs exprimées autour de moi, j'évoluais en pleine confusion et rien ne me semblait certain. Une seule chose était claire : le monde que je voyais était différent de celui qui m'aurait semblé juste et beau. Je rêvais de devenir clochard et de quitter cette réalité qui ne me plaisait pas. Je lisais avec avidité les livres qui me parlaient d'autres façons de vivre et d'idées différentes. Je pensais qu'il y avait des trésors merveilleux cachés dans chaque livre que je n'avais pas encore lu.

Pendant mes études universitaires à Bologne, mon conflit avec le monde adulte a rejoint le parcours d'une grande partie de ma génération. Nous voulions changer le monde, le rendre meilleur, moins injuste ; trouver de nouvelles façons de vivre et d'aimer ; expérimenter de nouvelles formes communautaires ; tout essayer. Nous tombions amoureux tout le temps et discussions à l'infini. Nous voulions apprendre à voir les choses sans *a priori*.

Prologue

Il y avait des moments de désarroi, et d'autres où il nous semblait entrevoir l'aube d'un monde nouveau.

C'était une époque où l'on vivait de rêves. On voyageait beaucoup : dans la tête, et sur la route, en quête d'amis et d'idées. À vingt ans, je suis parti pour un long voyage en solitaire autour du globe. Je voulais partir à l'aventure, « chercher la vérité ». Aujourd'hui, à la cinquantaine, cette naïveté me fait sourire mais il me semble quand même que le choix était bon, et d'une certaine façon je poursuis toujours une aventure commencée à cette époque. Le chemin n'a pas toujours été facile, mais les espoirs insensés et les rêves sans bornes ne m'ont pas abandonné ; il fallait seulement avoir le courage de les suivre.

Avec un groupe d'amis, j'ai animé une des premières radios libres de cette époque, *radio Alice*, à Bologne. Le micro était ouvert à quiconque voulait s'exprimer sur les ondes. *Radio Alice* brassait les expériences et les utopies. Avec deux de ces amis, j'ai rédigé un livre qui raconte la rébellion étudiante italienne de la fin des années soixante-dix. Mais rapidement les espoirs de révolution ont été étouffés et l'ordre a repris le dessus. On ne change pas le monde si facilement.

À mi-chemin de mes études universitaires, je me suis senti plus perdu qu'avant, avec le sentiment amer que les rêves partagés par la moitié de la planète étaient déjà en train de s'évanouir. Je n'avais pas idée de ce que j'allais faire de ma vie. Rejoindre la course à l'ascension

Prologue

sociale, faire carrière, gagner de l'argent et grappiller des miettes de pouvoir, tout cela était trop triste. Ce n'était pas moi. Mais le monde entier restait à explorer, et derrière les nuages j'imaginai toujours des horizons sans limite.

La recherche scientifique est alors venue à ma rencontre – j'ai découvert là un espace de liberté illimité, une aventure aussi extraordinaire qu'ancienne. Jusque-là, j'étudiais parce que je devais passer des examens, et surtout pour retarder le service militaire obligatoire ; mais bientôt les matières que j'étudiais ont commencé à m'intéresser, puis à me passionner.

En troisième année du programme de physique, on rencontre la « nouvelle » physique, celle du XX^e siècle : la mécanique quantique et la théorie de la relativité d'Einstein. Ce sont des idées fascinantes, des révolutions conceptuelles extraordinaires qui transforment notre vision du monde et bouleversent les vieilles idées, y compris celles que l'on considérait comme les plus solides. À travers elles, on découvre que le monde ne correspond pas aux apparences. On apprend à voir les choses d'un œil différent. C'est un formidable voyage de pensée. Ainsi, j'ai glissé d'une révolution culturelle avortée vers une révolution de pensée en cours.

Avec la science, j'ai découvert un mode de pensée qui commence par établir des règles pour comprendre le monde, et ensuite est capable de modifier ces règles mêmes. Cette liberté dans la poursuite de la

Prologue

connaissance me fascinait. Poussé par ma curiosité, et peut-être par ce que Federico Cesi, ami de Galilée et visionnaire de la science moderne, appelait « le désir naturel de savoir », je me suis retrouvé, presque sans m'en rendre compte, immergé dans des problèmes de physique théorique.

Mon intérêt pour cette discipline est donc né par accident et par curiosité plus que par un choix conscient. Au Lycée, j'étais bon en maths, mais je me sentais surtout attiré par la philosophie. Si à l'université j'avais choisi d'étudier la physique et non la philosophie, c'était seulement parce que dans mon mépris des institutions établies je considérais les problèmes philosophiques trop importants pour qu'on en discute à l'école...

Ainsi, au moment où mon rêve de bâtir un monde nouveau s'est heurté à la réalité, je suis tombé amoureux de la science, qui contient des mondes nouveaux en nombre infini, tous encore à découvrir, et qui m'offrait la possibilité de suivre un chemin libre et lumineux dans l'exploration de ce qui nous entoure. La science a été pour moi un compromis qui me permettait de ne pas renoncer à mon désir de changement et d'aventure, de maintenir ma liberté de penser et d'être qui je suis, tout en minimisant les conflits que cela impliquait avec mon environnement. Mieux, je contribuais à une entreprise que le monde appréciait.

Je crois qu'une grande partie du travail intellectuel ou artistique trouve sa source dans cette manœuvre. Il

Prologue

offre une sorte de refuge pour les déviants potentiels. En même temps, la société a besoin de ce genre de personnes, car elle vit dans un état d'équilibre dynamique : d'un côté, des forces assurent sa stabilité et sa permanence, et empêchent le désordre de ruiner ce qui a déjà été construit ; de l'autre, le désir de changement et de justice tend à la modifier, à la faire progresser et évoluer. Sans ce désir de changement, la civilisation n'aurait jamais atteint le point où elle se trouve ; nous adorerions toujours les pharaons.

Je pense que la curiosité et la soif de changement de la jeunesse, présentes à chaque génération, sont la première source d'évolution de la société. À côté des figures d'ordre, qui maintiennent la stabilité, mais freinent l'histoire, il faut des gens qui vivent de rêves et se lancent dans la découverte de nouveaux territoires, d'idées originales, de façons inattendues de voir et de comprendre la réalité. Le monde actuel a été pensé et construit par ceux qui dans le passé ont été capables de rêver. Seuls de nouveaux rêves peuvent donner naissance à notre futur.

Ce livre présente quelques étapes du chemin parcouru suivant ma curiosité et les rêves qui ont été les miens. Il parle de la fascination pour les idées et les amis que j'ai rencontrés.